

THÈSE
pour
LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE
(DIPLOME D'ÉTAT)

SOUTENUE DEVANT LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS EN 1933

PAR

Damien WAGON

Né le 1^{er} Mars 1909, à Saméon (Nord)

Les GERMES de BLÉ

ET

leur Action sur la Ponte

JURY { *Président : M. CHAMPY, Professeur à la Faculté de Médecine.*
{ *Assesseurs { M. LESBOUYRIÈS { Professeurs à l'École*
{ *M. MAIGNON { Nationale Vétérinaire d'Alfort.*

IMPRIMERIE GIROUARD & RICHOU

4, PLACE DU MARCHÉ-NOIR

SAUMUR

1933

Les GERMES de BLÉ

ET

leur Action sur la Ponte

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

Année 1933

Numéro

19

THÈSE
pour
LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE
(DIPLOME D'ÉTAT)

SOUTENUE DEVANT LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS EN 1933

PAR

Damien WAGON

Né le 1^{er} Mars 1909, à Saméon (Nord)

Les GERMES de BLÉ

ET

leur Action sur la Ponte

JURY { *Président : M. CHAMPY, Professeur à la Faculté de Médecine.*
Assesseeurs { M. LESBOUYRIÈS } *Professeurs à l'École*
M. MAIGNON } *Nationale Vétérinaire d'Alfort.*

IMPRIMERIE GIROUARD & RICHOU
4, PLACE DU MARCHÉ-NOIR
SAUMUR

1933

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

Directeurs honoraires : MM. P.-J. CADIOT et H. VALLÉE

Directeur : M. E. NICOLAS

Professeurs honoraires : MM. G. BARRIER, Inspecteur général honoraire des Écoles Vétérinaires ; P.-J. CADIOT ; H. VALLÉE

Professeurs et chargés de cours :

	MM.
Anatomie descriptive des animaux domestiques	BRESSOU.
Physiologie, thérapeutique générale	MAIGNON.
Physique et Chimie médicales, toxicologie, pharmacie. .	NICOLAS.
Parasitologie et maladies parasitaires, clinique ; Zoologie.	HENRY.
Pathologie médicale des équidés et des carnassiers, clinique ; sémilogie et propédeutique, jurisprudence .	ROBIN.
Pathologie chirurgicale des équidés et des carnassiers, clinique ; anatomie chirurgicale, médecine opératoire et ferrure	COQUOT.
Pathologie bovine, ovine, caprine, porcine et aviaire, clinique ; médecine opératoire, obstétrique. . . .	LESBOUYRIÈS.
Pathologie générale et microbiologie, maladies microbiennes et police sanitaire, clinique	PANISSET.
Histologie et embryologie, anatomie pathologique ; autopsies	PETIT.
Zootéchnie et économie rurale	DECHAMBRE.
Agronomie, botanique et hygiène ; matière médicale . .	{ DECHAMBRE et HENRY.
Industrie et contrôle des produits d'origine animale. . .	
	VERGE.

Professeur agrégé :

M. LESBOUYRIÈS.

Chef de travaux agrégé :

M. SIMONNET.

Chefs de travaux :

MM. BERTHELON.

MM. MONVOISIN.

BRION.

MOUSSU (R.).

GORET.

VALADE.

La Faculté de Médecine et l'École Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.



A LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE

*Être trop tôt enlevé à notre
affection, cet hommage de pieux
souvenir.*

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

*Qu'ils trouvent ici l'humble
hommage de ma piété filiale et le
témoignage de ma profonde recon-
naissance pour tous les sacrifices
qu'ils se sont imposés pour moi.*

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR CHAMPY
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

*Qui a bien voulu nous faire
l'honneur d'accepter la présidence de
cette thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LESBOUYRIÈS

*Qui nous a donné l'idée de ce
travail et guidé dans l'exécution,
remerciements et reconnaissance.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MAIGNON

*Témoignage de gratitude pour
son précieux enseignement.*

A MES CHEFS DE L'ÉCOLE MILITAIRE DE SAUMUR

A TOUS MES MAÎTRES DE L'ÉCOLE D'ALFORT

Avant-Propos

Les germes de blé constituent un aliment très peu connu et très peu employé dans l'alimentation des animaux. Ils présentent certaines qualités et certains avantages qui méritent d'être approfondis; leur très grande richesse en vitamines mérite d'être étudiée.

L'idée nous fut donnée non seulement de faire une étude des germes de blé et des vitamines qu'ils contiennent, mais encore de les utiliser dans l'alimentation des volailles pour constater l'action occasionnée sur la ponte.

Pour compléter cette étude, nous avons entrepris d'étudier l'importance et le rôle des vitamines chez les pondeuses.

Auparavant, nous tenons à donner quelques généralités sur notre production avicole actuelle et les difficultés qu'on peut avoir à l'améliorer.

Nous considérons comme un devoir de remercier M. le professeur LESBOUYRIES, directeur de la station d'études sur la pathologie des animaux de basse-cour de l'Ecole d'Alfort, qui nous a si souvent conseillé. Nous lui gardons une infinie reconnaissance de l'aide qu'il n'a cessé de nous prodiguer tant dans le cours de nos études que dans la consécration de celles-ci.

C'est un bien modeste tribut que nous lui apportons, mais nous serions heureux qu'il le considère comme l'expression de notre profonde gratitude et de notre meilleur souvenir.

Introduction

Si l'on considère les statistiques douanières, on est à la fois surpris et peiné qu'en dépit de sa situation unique dans le monde et de sa population relativement faible, un pays comme le nôtre ne puisse se suffire au point de vue agricole. Sa production déficitaire par les importations qu'elle nécessite aggrave singulièrement notre situation vis-à-vis de l'étranger et rend notre balance commerciale débitrice.

Si nous prenons pour exemple la production économique des œufs, quelle est notre situation ?

Plus de dix millions de personnes s'occupent actuellement d'élevage d'animaux de basse-cour; dans nos campagnes il n'est pas de ferme qui n'ait son élevage; dans nos bourgs, dans les faubourgs même de nos grandes villes, tous ceux qui possèdent un petit coin de cour ou de jardin y installent quelques volailles pour aider à subvenir aux besoins de la famille et diminuer ainsi la note des fournisseurs.

Les procédés d'élevage les plus variés sont en usage chez les millions de propriétaires de volailles.

On ne peut pratiquement ni les définir, ni les classer. Cependant en se basant sur les conditions d'exploitation on peut diviser les élevages français en trois grandes catégories assez bien délimitées.

1° Le petit élevage ménager que nous appellerons ainsi en raison de son but principal. Son importance varie de quelques poules à une cinquantaine. Nous le caractérisons surtout par le fait que les volailles sont confinées dans une cour plus ou moins exigüe. Elles sont nourries exclusivement par les distributions qui leur sont faites. Cet élevage ménager est très répandu. D'une façon générale l'entretien en est très onéreux et le rapport presque nul.

2° L'élevage agricole. C'est la basse-cour des fermes, des villages et de nos hameaux. Les volailles ont toute liberté. Si les distributions sont un peu maigres, elles trouvent une nourriture des plus variées, excepté toutefois en hiver. Le rapport est assez bon.

3° L'élevage industriel constitue une spécialisation dans l'exploitation des diverses branches de l'aviculture. A l'étranger, particulièrement aux Etats-Unis, cet élevage est très répandu. En France, il commence à percer.

La grande diversité de nos élevages agricoles est une cause de notre déficience. Elle est en plus un écueil pour leur amélioration.

D'après les statistiques nous aurions plus de cinquante millions de poules et, malgré ce chiffre énorme, nous sommes encore très au-dessous des exigences de la consommation puisque nous importons un nombre considérable de volailles et d'œufs.

On estime à 500 millions la vente annuelle des œufs et ce chiffre pourrait être doublé si nos éleveurs délaissaient leurs méthodes empiriques pour entrer résolument dans la voie du progrès.

Il faudrait des méthodes d'exploitation plus rationnelles, plus économiques, plus scientifiques.

Les résultats obtenus dans d'autres pays beaucoup moins favorisés que le nôtre par le climat et les conditions géologiques sont frappantes. C'est ainsi que le Danemark, les Etats-Unis, la Belgique exportent un surplus de production.

Il y a en France de nombreuses causes à cet état actuel de notre production avicole. Je n'étudierai pas toutes ces causes, elles sont trop nombreuses: la mauvaise hygiène de beaucoup d'élevages; le manque de sélection des pondeuses; la mauvaise adaptation de certaines races, particulièrement de races étrangères dans certains milieux; les maladies contagieuses par manque de prophylaxie; la mauvaise alimentation qui est insuffisante, défectueuse et encore plus souvent irrationnelle, etc...

Je n'étudierai pas non plus en détail tous les remèdes qui peuvent être envisagés. Certes, ils sont variés: ils peuvent être d'ordre économique, matériel, psychologique, technique, etc...

Il est cependant un remède qui, à mon avis, mérite notre attention par son importance, c'est l'alimentation qui est la cause indispensable d'une bonne production.

C'est dans ce but que nous avons essayé un aliment spécial très riche en vitamines, peu utilisé dans l'alimentation des animaux et inusité chez les volailles, et dont nous nous sommes proposé d'étudier et de constater les résultats obtenus par son emploi dans l'alimentation des pondeuses.

C'est également dans ce but que nous avons étudié l'importance et le rôle des vitamines chez les volailles.

Nous étudierons donc dans une première partie les germes de blé en insistant particulièrement sur leur richesse en vitamines.

Dans une seconde partie, nous verrons l'importance et le rôle des vitamines chez les volailles.

Dans une troisième partie, nous interpréterons les résultats obtenus par nos expériences personnelles, après avoir donné quelques généralités sur la ponte normale ou physiologique.

PREMIÈRE PARTIE

LES GERMES DE BLÉ

CHAPITRE PREMIER

Définition des Germes de Blé

On dénomme régulièrement « germes de blé » les embryons des grains de blé qui sont séparés des issues par certaines minoteries et livrés au commerce.

Ils constituent un aliment de premier ordre et peuvent être employés chez les animaux domestiques.

Le germe de blé a été employé dans l'alimentation de l'homme depuis plus d'un demi-siècle, et ce serait un meunier anglais de Macclesfield qui l'aurait utilisé le premier en créant un pain spécial contenant 25 % de germe de blé, le pain Howis.

Pour se faire une idée plus nette de ce que sont les germes de blé, il est utile d'étudier la composition du grain de blé.

Le grain de blé se compose de trois parties principales :

1° l'enveloppe,

2° l'albumen,

3° l'embryon.

Les deux dernières parties constituent l'amande.

1° L'enveloppe se compose elle-même de quatre membranes superposées :

- a) l'épicarpe,
- b) le mésocarpe,
- c) l'endocarpe,
- d) le testa.

Les trois premières enveloppes sont incolores et diaphanes. Elles forment 2,5 à 3 % du poids du blé et sont fortement unies entre elles.

A l'état sec, ces trois enveloppes adhèrent intimement au testa mais, si l'on mouille le grain, elles s'en détachent facilement sous l'action des meules.

Quant au testa, qui est plus ou moins foncé suivant la variété à laquelle le blé appartient et qui donne la couleur propre du grain, il résiste à tous les moyens et son union avec la farine s'accroît d'autant plus qu'il est plus humide. Cette adhérence est due à certaines propriétés d'une substance visqueuse qui le lie à la farine.

2° L'amande comprend l'embryon et l'albumen, c'est-à-dire tout l'intérieur de l'enveloppe.

Ces deux parties ayant des rapports très intimes, nous les étudierons ensemble.

En incisant ou en cassant un grain de blé par le sillon médian, on voit d'abord une substance blanche en grande quantité adhérente et dure, c'est l'albumen qui donnera après broyage la farine.

A la base du grain on remarque une autre substance qui ne se différencie de la précédente que par la couleur, qui est assez difficile à caractériser d'ailleurs. Elle est souvent d'un blanc jaunâtre chez les jeunes blés et d'un blanc légèrement grisâtre avec un reflet jaune citrin

chez les blés plus anciens. Cette coloration contraste avec la couleur blanc neige de l'albumen.

Cette seconde substance facilement isolable, dont la cohésion est plus intense et qui forme un petit bloc isolé légèrement visqueux, surtout dans les graines fraîches, constitue l'embryon ou le germe du grain de blé. C'est cet embryon qui contient toutes les substances nécessaires à la germination et qui va retenir un instant notre attention.

Il se compose d'un cylindre court terminé d'un côté par un petit cône, de l'autre par une masse aplatie relativement considérable. Le cylindre est la tigelle, le cône la radicule.

L'axe de l'embryon peut être droit ou courbe, mais il est toujours logé dans le plan de symétrie de la graine, c'est-à-dire dans le plan qui passe par le micropyle et le faisceau médian du tégument.

L'embryon est situé sous la face convexe du grain. Il est profondément différencié. Sa tigelle porte sur sa face postérieure du côté du raphé un large cotylédon qui descend le long de son extrémité inférieure et en même temps se replie en avant de manière à envelopper tout le reste de l'embryon. Son épiderme extérieur est appliqué contre l'albumen amylicé.

Cette description montre que l'embryon est parfaitement isolé de l'albumen contre lequel il appuie la face externe de son cotylédon. Cette caractéristique est spéciale aux graminées et est très importante pour la meunerie. Dans les autres graines albuminées, l'embryon, également peu volumineux comme dans les graminées, est plongé dans la masse de l'albumen au voisinage du micropyle. Il est quelquefois difficile à trouver et est moins facilement isolable.

Quand la graine mûrit elle durcit et diminue de volume par dessèchement de l'albumen. Cette rétraction est plus intense au niveau de l'embryon, ce qui explique les rides que revêt la face externe de la partie d'enveloppe qui recouvre l'embryon. Il en résulte une moins grande adhérence de l'embryon à l'enveloppe.

Nous voyons donc que la graine de blé se prête spécialement à l'isolement du germe. C'est qu'en effet la cloison séparatrice de l'embryon et de l'albumen amy-lacé, la moins grande adhérence du germe avec les enveloppes, la viscosité plus ou moins apparente du germe causée par sa richesse en matières grasses, sont des facteurs favorisant l'énucléation des germes des grains de blé.

Les minoteries ont su utiliser ces différents caractères pour obtenir un produit de valeur nutritive intense et qui surpasse de beaucoup la valeur alimentaire des sons et des farines. L'élimination des germes de blé contribue plutôt à les appauvrir.

CHAPITRE II

Étude technique des Germes de Blé

Pour suivre l'évolution survenue chez le germe de blé depuis le simple embryon germinatif jusqu'à sa présentation dans le commerce, il est utile de se faire une idée des transformations opérées par la meunerie.

Il est nécessaire de faire remarquer tout d'abord que toutes les minoteries n'éliminent pas le germe de blé et que seules certaines exploitations modernes possèdent un dispositif spécial de leur matériel permettant de l'extraire séparément.

Il faut dire également que le germe de blé est un produit de choix et non, comme beaucoup le croient, un résidu de meunerie. Son exploitation entraîne un appauvrissement des farines et surtout des sons en substances nutritives.

Exposé succinct de la Préparation

1° A leur sortie des silos, les grains de blé triés, nettoyés, lavés, préparés subissent d'abord l'action de cylindres à grosses cannelures, dits « broyeurs ». Il en résulte un broiement grossier des grains de blé.

2° Le produit de ces broyages subit un blutage par plansichters. Par un dispositif spécial de tamis, on arrive à isoler la farine, les sons et des semoules.

Ces produits, calibrés par le tamisage, suivent leur

processus séparément et par grosseur. En particulier les semoules vont de leur côté, entraînant avec elles les germes qui ont été détachés de l'enveloppe du grain aux broyages et qui se présentent comme elles sous un aspect de granules de même grosseur.

3° Les semoules sont traitées par des nouveaux cylindres, cette fois à cannelures plus fines dits « désa-grégeurs ». Ce deuxième broiement a pour but de par-faire l'écrasement de la semoule qui n'a subi lors du premier broyage qu'un écrasement grossier.

4° La semoule se rend alors sur différents tamis. C'est le reblutage par plansichters et calibrage par sasseurs. Il a pour but de diviser les semoules en grosses, moyennes et fines semoules.

5° C'est ici que l'élimination du germe commence à se faire. Les germes suivant les semoules de même grosseur passent avec elles à travers de nouveaux cylindres, lisses cette fois, dits convertisseurs. Les semoules plus friables sont réduites en farine.

Comme il a déjà été dit plus haut, le germe possède une certaine viscosité, même dans le grain très sec, due à sa teneur en matières grasses. Cette viscosité permet, d'une part, d'éviter l'écrasement suivi d'une transformation en poudre qui disparaîtrait dans la farine et favorise d'autre part son aplatissage, le germe étant en effet livré dans le commerce sous forme de fines lamelles.

6° Nouveau reblutage par plansichters; il y a séparation entre la farine et les germes mêlés de quelques fins sons.

7° Les germes subissent la dernière opération par le passage sur des brosses qui les débarrassent de la farine qui leur était restée collée dessus. Cette farine

disparaît ainsi que les quelques fins sons avec le passage dans une dernière bluterie d'épuration.

Cette dernière opération n'existe pas toujours dans l'extraction du germe de blé, mais le germe qui a subi cette dernière préparation est plus pur car il est dépourvu de toute trace de farine.

Ces considérations techniques montrent le mode d'obtention des germes de blé qui sont un produit de choix et dont le prix de revient est aussi élevé que celui de la farine.

Elles expliquent pourquoi ils se présentent sous forme de lamelles dans le commerce et elles démontrent qu'il peut exister plusieurs qualités qui influent sur leur conservation et surtout leur altérabilité.

Nous verrons ultérieurement que ce sont les germes non brossés qui s'altèrent plus facilement. Il faut ajouter cependant que le brossage ne diminue pas la facilité d'altération du germe de blé.

CHAPITRE III

Étude physique des Germes de Blé

Comme nous l'avons déjà dit, le germe de blé se présente sous la forme de fines lamelles qui ressemblent vaguement aux lamelles de son. Elles sont toutefois plus régulières et présentent une coloration jaune citrin qui est la coloration conservée de l'embryon. Cette coloration peut changer avec l'ancienneté ou l'altérabilité et devenir alors grisâtre.

Alors que les lamelles de son présentent sur une de leurs faces des traces d'adhérences avec l'albumen, les lamelles des germes de blé sont complètement lisses. Quand le produit n'a pas été brossé, la farine est répartie au sein de la masse.

L'embryon étant une partie minime du grain de blé, la quantité de germe de blé est très petite comparativement aux sons et à la farine. On estime que 10.000 quintaux de blé fournissent 14 quintaux de germes.

Le germe frais dégage une odeur agréable spéciale. Bien brossé, il ne contient aucune trace de farine. Au toucher, il fait éprouver la sensation d'une substance visqueuse.

Le poids du litre varie suivant la manière dont il est recueilli en raison du tassement plus ou moins fort qu'il a subi. Rempli naturellement et non foulé, le litre accuse un poids un peu plus élevé que le son : 285 gram-

mes. Quand il est tassé, il accuse un poids de 330 grammes. La densité peut être augmentée quand le produit est humide. L'humidité peut se dépister également par la palpation.

Le germe de blé tache le papier très vite, il imbibe les sacs qui le contiennent de ses matières grasses, de même que le bois quand il est contenu dans des boîtes ou des coffres en bois. Il perd ainsi de sa valeur nutritive, c'est pourquoi il est indiqué de faire de faibles approvisionnements, d'autant plus qu'avec l'âge, il doit perdre une partie de sa richesse en vitamines.

Avec l'eau, le germe de blé accentue sa teinte jaune et, si le contact est prolongé, il l'absorbe dans la proportion de deux fois et demi son poids. Cette propriété est utilisée dans l'administration aux animaux et en particulier aux volailles; les pertes et le gaspillage occasionnés par sa grande légèreté sont ainsi évités.

Pour ne pas atteindre la vitalité des vitamines contenues dans le germe de blé, il est préférable d'employer l'eau froide ou tiède dans la fabrication des mashes ou des pâtées.

CHAPITRE IV

Composition chimique

L'analyse chimique démontre que le germe de blé est une substance excessivement riche en principes nutritifs. L'embryon du grain de blé contient tous les principes nécessaires au développement de la jeune plante.

A. Ch. GIRARD en donne la composition suivante:

Humidité	12.40 %
Matières minérales	4.69 %
Matières azotées	31.64 %
Matières grasses	6.24 %
Extractif non azoté	43.89 %
Cellulose	1.14 %

Le germe de blé constitue en quelque sorte un aliment complet qui peut servir à parfaire un régime déficient. Il est justiciable cependant d'un emploi dans les conditions que nous précisons plus loin.

Le but de son emploi chez les volailles est tout autre nous le verrons ultérieurement; il ne peut être employé d'une manière intensive car il produit des troubles diarrhéiques qui peuvent être rebelles. C'est principalement dans l'intention d'administrer des vitamines qu'il est utilisé chez les pondeuses.

L'élimination des germes de blé de la meunerie influe sur la composition respective des farines et des

sons. Si l'on compare la composition respective des différents éléments du grain, on voit qu'ils ont des teneurs différentes en principes nutritifs.

	ENVELOPPES	AMANDE	GERME
Matières azotées....	18.75	11.90	32.5
Matières grasses....	5.60	1.40	12.5
Matières minérales..	4.68	0.80	5.3

Ces chiffres indiquent suffisamment que le germe est de beaucoup la partie alimentaire la plus riche et que son élimination enlève aux farines et aux sons une certaine fraction de leur valeur nutritive. D'autre part, en recueillant spécialement les embryons des grains de blé, on obtient un produit spécial riche qui réunit toutes les conditions d'un aliment concentré de faible volume et qui contient en plus, et c'est ce qui fait la grande richesse des germes de blé, une source importante de vitamines, principalement de vitamine E.

CHAPITRE V

Les Vitamines des Germes de Blé

La répartition des vitamines dans les aliments est extrêmement variée. Son étude présente un grand intérêt; elle constitue le point de départ des essais relatifs à la concentration et à l'isolement de ces substances; car il est indispensable de choisir comme matière première un aliment extrêmement riche en telle ou telle vitamine et se prêtant particulièrement bien à l'analyse chimique.

Les germes de blé conviendront très bien aux essais de concentration et d'isolement de la vitamine E, car ils sont très riches en cette vitamine.

Du point de vue de l'application pratique immédiate à l'hygiène alimentaire, il est indispensable de savoir quels sont les aliments particulièrement riches ou pauvres en une vitamine donnée.

L'étude de la répartition des vitamines dans les divers aliments réclame beaucoup de soins, de patience et au préalable une longue expérience. Dans l'ensemble, elle correspond à un travail considérable.

Les vitamines sont assez inégalement réparties dans les aliments naturels; c'est principalement dans les aliments végétaux ou d'origine végétale qu'on les rencontre; l'on n'en trouve pas trace dans certains d'entre eux, des quantités plus ou moins grandes d'une ou de plusieurs vitamines existent au contraire dans d'autres aliments.

En ce qui concerne les germes de blé, on peut dire que c'est un aliment très riche en certaines vitamines, car il est complètement dépourvu de vitamine D et de vitamine C.

Il est très riche en vitamine B et surtout en vitamine E. Il contient également les vitamines A et P.

La vitamine E, étant la principale richesse du germe de blé, attirera spécialement notre attention.

1° LA VITAMINE DE REPRODUCTION E

On la trouve principalement dans le germe des graines de certains végétaux (blé, maïs, orge, etc...), dans la feuille de laitue, dans le muscle et le foie de bœuf, le beurre, les huiles d'arachide, d'olive, de noix. Elle est complètement absente dans les amidons, les féculles, la levure de bière, le saindoux, l'huile de foie de morue.

Son absence dans l'alimentation occasionne des troubles de la reproduction.

De nombreuses expériences ont montré l'influence de certains déséquilibres alimentaires et des avitaminoses A et B sur les organes de la reproduction, mais cette influence ne s'exerce alors que d'une manière secondaire.

SURE et EVANS (1922-1925) ont montré que l'avitaminose E se traduisait par la stérilité dans les deux sexes, par trouble de la nutrition du fœtus, ou par arrêt de la spermatogénèse. Ils ont produit expérimentalement la stérilité dans les deux sexes.

a) DÉCOUVERTE DE LA VITAMINE E

En s'appuyant sur des observations et des recherches de diverse nature, de nombreux biologistes admettaient que le lait entrant dans un régime alimentaire

avait une influence favorable sur le bon fonctionnement des organes de la reproduction.

MATILL, CONKLIN et STONE montrèrent que ce fait n'était pas absolu. Lorsque le lait était introduit en très fortes proportions dans la ration, c'est-à-dire dans le cas d'une alimentation presque exclusive ou exclusive, il ne semblait pas un aliment complet en ce qui concerne les fonctions de reproduction, indépendamment de sa pauvreté en fer.

Pour obtenir un régime parfait à ce point de vue, il suffisait de compléter le régime lacté par l'addition d'une petite quantité de germe de blé.

EVANS, de 1922 à 1925, SURE, de 1923 à 1925, montrèrent nettement que les troubles de la nutrition du fœtus et de la formation des spermatozoïdes, obtenus au moyen de certains régimes artificiels définis, n'étaient causés, ni par le manque de vitamines A, B ou D, ni par un mauvais équilibre minéral, mais par l'absence d'une substance spécifique lipo-soluble qu'ils appelèrent « Vitamine E ».

EVANS constata que le germe de blé renferme en abondance cette vitamine. C'est pourquoi les expérimentateurs MATILL et CONKLIN avaient obtenu de si bons résultats au point de vue de la reproduction quand ils ajoutaient au régime lacté exclusif une petite quantité de germe de blé.

b) PROPRIÉTÉS DE LA VITAMINE E

C'est la plus résistante des vitamines lipo-solubles. Elle est assez peu sensible à l'oxydation. L'action destructrice de l'oxygène ne se fait sentir que lentement. La réduction ne la fait pas disparaître, il en est de même de la chaleur.

Les produits naturels qui la contiennent peuvent être chauffés à 170° pendant deux heures sans perdre leur activité vis-à-vis des fonctions de reproduction et, dans le vide, l'huile de germe de blé, après avoir subi la température de 220 à 250°, possède encore à peu près intactes ses propriétés vitaminiques spéciales.

La saponification ne détruit pas le facteur de la reproduction, mais l'insaponifiable obtenu peut perdre son activité par l'action prolongée de l'air.

La vitamine E n'est pas détruite par les rayons ultra-violet, à condition de ne pratiquer qu'une irradiation de courte durée (vingt minutes par exemple); elle ne commence à disparaître qu'au bout de quarante-cinq minutes.

La vitamine E est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, l'éther de pétrole, le benzène, l'acétone, l'alcool absolu.

Le saindoux entrant dans une ration riche en facteur E fait perdre à cette ration toutes ses propriétés vis-à-vis des fonctions de reproduction; on pense que ce sont les produits de rancissement du saindoux qui possèdent cette action destructrice.

c) ESSAIS DE CONCENTRATION ET D'ISOLEMENT

EVANS et BURR ont entrepris de longues recherches en vue de concentrer fortement l'activité du facteur liposoluble E. Une grande quantité de germe de blé est épuisée par l'éther, puis l'extrait éthéré est saponifié par la soude à 20 %.

Après traitement de la partie insaponifiable par l'éther de pétrole, deux fractions ont été obtenues, dont l'une soluble formant un tiers du produit s'est montrée seule active. Cette partie a été purifiée au moyen de

l'alcool méthylique chaud et de l'éther de pétrole. On a obtenu alors d'une part des stérols n'ayant aucune action sur les fonctions de reproduction, d'autre part une substance huileuse dépourvue de stérols, renfermant la vitamine E, substance qui s'est montrée active.

EVANS et BURR ont essayé de purifier cette huile de germe de blé par distillation fractionnée dans le vide, et ils ont constaté que seule la fraction passant de 225 à 233° sous une pression de 0mm01 possédait des propriétés curatives et préventives nettes vis-à-vis des fonctions de reproduction.

d) EFFETS PROVOQUÉS PAR LE MANQUE DE VITAMINE E

La privation du facteur E n'entraîne aucun changement dans l'aspect général des animaux. Elle frappe le mâle et la femelle, mais les effets observés sont différents.

Chez le mâle, la spermatogénèse se trouve arrêtée, puis les testicules dégénèrent; la guérison par administration d'extrait de germe de blé ne peut avoir lieu que pendant un temps assez court au début de la carence.

Chez la femelle, la formation, la maturation et la ponte des ovules s'effectuent normalement. Après accouplement avec un mâle sain, l'ovule peut être fécondé, et les premiers stades de son développement se réalisent, mais très vite le développement de l'embryon se ralentit et la mort survient vers le treizième jour. L'embryon n'est pas expulsé, mais il se résorbe et a complètement disparu vers le dix-huitième jour.

Le trouble le plus net observé chez l'embryon est l'insuffisance du développement des tissus générateurs du sang, d'où résulte la diminution du nombre des hématies (10 à 25 pour 100 du chiffre normal).

Contrairement à ce qu'on observe chez le mâle, la guérison de la femelle par administration d'une bonne source de vitamine E est relativement facile.

En résumé : chez le mâle, l'avitaminose E est caractérisée par des troubles de la formation des éléments sexuels, troubles entravant aussitôt la reproduction ; chez la femelle, privée de vitamine E, le développement des cellules reproductrices est normal, mais le fœtus meurt au cours de la seconde moitié de la gestation par suite d'une insuffisance dans la formation des tissus générateurs du sang.

2° LES AUTRES VITAMINES

Les germes de blé contiennent également en très grande quantité la vitamine B.

La vitamine B peut être envisagée comme un complexe renfermant une vitamine B antinévritique et une vitamine B d'utilisation nutritive.

En 1922-1923 Mme RANDOIN et H. SIMONNET montrèrent que le besoin en vitamine B est relatif et en rapport avec la quantité de glucides pénétrant chaque jour dans l'économie.

En 1927, Mme RANDOIN et R. LECOQ distinguèrent une vitamine B d'utilisation nutritive plus résistante à la chaleur.

En 1928, ces mêmes auteurs émirent l'hypothèse que la vitamine B d'utilisation nutritive se composerait de deux facteurs distincts jouant tous deux un rôle dans l'utilisation des principes énergétiques et spécialement des glucides :

Une vitamine d'utilisation nutritive ;

Une vitamine d'utilisation cellulaire.

En dehors des vitamines E et B, les germes de blé renferment la vitamine A de croissance ou antixérophthalmique et la vitamine P, antipellagreuse.

L'absence de vitamine D dans le germe laisse croire que la plante n'a pas de vitamine D dans ses débuts de croissance.

La vitamine C est également absente dans les germes de blé.

CHAPITRE VI

Altérations des Germes de Blé

Si les germes de blé sont très nutritifs et très riches en vitamines, ils constituent un aliment très altérable. La cause de cette altération pourrait peut-être provenir de leur richesse en matières grasses.

En tout cas il est recommandé d'employer le germe frais, surtout si celui-ci est donné dans le but de fournir des vitamines, car avec l'âge et les altérations, les vitamines disparaissent.

Pour la même raison, il est contre-indiqué de stocker par quantités importantes. Il faut prendre les livraisons nécessaires pour un mois environ et bien s'assurer qu'on achète des germes frais.

Nous avons utilisé, dans nos expériences, des germes de blé qui, au bout d'un mois et demi, étaient complètement altérés. Ils étaient alors inutilisables, d'autant plus que nous les destinions à donner à des volailles une nourriture vitaminique.

Quelles sont les altérations que peuvent subir les germes de blé ?

Ce sont, il faut le dire, les germes non brossés qui sont les plus altérables. L'humidité est le grand ennemi à redouter; même très légère, elle provoque une agglutination des lamelles entre elles avec formation de matons ou pelotes de toutes dimensions qui se fragmentent facilement. Cette cohésion s'explique par la richesse

des germes en matières grasses et elle est d'autant plus intime que le germe de blé contient de la farine. Celle-ci forme en quelque sorte une substance délayante qui rassemble tous les matériaux pour former un bloc.

Nous avons remarqué que ces pelotes pouvaient se produire même à l'abri de l'humidité à l'intérieur des sacs par manque d'aération, mais elles sont peu cohésives et sont détruites lorsqu'on remue de temps en temps le germe de blé. Si on ne les détruisait pas, il arriverait que le germe qui se trouve au centre s'altérerait et prendrait une coloration jaune foncé, chocolat. C'est ce qui explique la constatation dans les germes de mauvaise qualité de lamelles de cette couleur qui proviennent de pelotes altérées qui ont été émiettées.

Il est donc indispensable de conserver le germe de blé à l'abri de l'humidité et à l'air. Pour éviter l'humidité on choisira des locaux secs, pour l'aération c'est plus difficile; il est recommandé de vider les sacs et d'utiliser des coffres en bois à large surface d'aération et permettant le mélange par des brassages fréquents.

Si le germe est laissé en sacs, il est recommandé de changer souvent les sacs de place, de les poser alternativement sur une face, puis sur l'autre ou encore, ce qui est mieux, les changer de sacs en écrasant les pelotes s'il en existe.

Par l'âge, le germe prend un aspect grisâtre et les lamelles s'émiettent pour prendre un aspect poussiéreux. Dans le fond du sac ou de la boîte se tamise une substance ressemblant à la farine, mais beaucoup plus grise. Ces germes perdent naturellement de leur richesse.

Les moisissures, levures, bactéries peuvent altérer le germe de blé, mais en général elles sont la conséquence de l'humidité.

On peut trouver également des altérations causées par les acariens, les insectes. Les larves du ténébrion causent quelquefois des altérations importantes; on les décèle facilement, car elles sont recouvertes d'une substance humide ou visqueuse qui permet aux germes de les entourer complètement et de les cacher. Il se constitue ainsi une petite pelote mobile et il suffit de la mettre sur une feuille de papier pour voir la pelote s'agiter et changer de place.

Nous citerons les fraudes causées par l'addition de son frisé en plus ou moins grande abondance. Ce dernier se reconnaît à l'examen physique des lamelles qui ont la couleur du son et qui possèdent sur une de leurs faces des traces d'adhérence farineuse.

A signaler, dans le même ordre de choses, l'addition de substances minérales ou amorphes pouvant laisser suspecter la farine : alun, carbonate de chaux, sulfate de calcium, etc... C'est alors par le dosage des cendres et par comparaison avec le dosage normal des sels minéraux contenus dans le germe de blé que la fraude pourra être décelée.

CHAPITRE VII

Mode d'emploi chez les Animaux

Le germe de blé est employé, comme nous l'avons déjà signalé, dans l'alimentation de l'homme, car il contribue à la fabrication de pains spéciaux. Son usage a même quelquefois un rôle thérapeutique pour combattre certaines constipations.

Il constitue un aliment très nutritif sous un faible volume.

Chez les animaux, il n'est guère employé, bien qu'il soit connu et qu'il ait été préconisé depuis longtemps. S'il est si peu employé, c'est à cause de son prix de revient qui est assez élevé et surtout à cause des accidents qu'il a donnés, ce qui en a facilité l'abandon. On avait constaté que son emploi chez les vaches laitières augmentait la production laitière, que leur usage dans l'alimentation des chevaux les rendait vigoureux, résistants, et comme de toutes bonnes choses on en abusa. Il en a résulté des troubles digestifs parfois très graves qui ne cessaient qu'avec la cessation de l'emploi des germes.

Son emploi dans l'alimentation doit donc se faire sous certaines conditions qui sont primordiales et qui doivent être respectées pour que leur utilisation soit bienfaisante. Il est indispensable d'en donner de petites

quantités à la fois et de faire des mélanges intimes avec des aliments moins nutritifs.

Il y a également une question d'individualité à envisager. Certains animaux présentent des troubles diarrhéiques plus rapidement que d'autres qui reçoivent les mêmes doses.

Nous avons remarqué au cours de nos expériences sur les volailles, que certains individus avaient de la diarrhée plus facilement que d'autres.

Les chevaux supportent proportionnellement des doses plus massives que les autres animaux.

Chez le cheval, le germe de blé peut être employé mélangé à l'avoine, dans les mashs, les barbotages, à raison de un à deux litres par jour suivant la taille ; chez le poulain un quart de litre par jour est très suffisant.

Chez les bovins, les mêmes doses peuvent être administrées en mélange dans les autres aliments (pulpes, sons, betteraves hachées).

Ces doses sont susceptibles d'une diminution, voire même d'un arrêt complet en cas d'accident diarrhéique, mais chez des individus normaux, en aucun cas elles ne déterminent des troubles digestifs.

Chez les volailles, nous avons fait différents essais pour étudier l'emploi rationnel. La difficulté du rationnement individuel complique la solution chez ces animaux.

Dans un premier essai, nous avons donné des germes de blé à satiété, une pâtée avait été préparée à base de mie de pain et de germes de blé ; il y avait également à la disposition des volailles des grains variés. Elles montrèrent un appétit plus grand pour la pâtée au détriment des grains, si bien que trois jours après

l'emploi elles étaient toutes atteintes d'une diarrhée intense, mais elles continuaient quand même à consommer de préférence les germes de blé.

Cette première expérience nous indiqua que cet aliment ne pouvait être employé exclusivement dans l'alimentation des volailles.

Nous expérimentâmes alors sur divers lots de volailles, pour étudier les conditions dans lesquelles on devait l'employer. Des poules étaient parquées de façon à pouvoir leur faire absorber une certaine quantité de germe de blé dans la pâtée. Celle-ci était préparée avec très peu d'excipient (farine, pain) pour que la ration journalière de germe de blé soit absorbée par chaque animal.

Dans le premier parquet, il fut donné 50 grammes par jour et par oiseau; dans le second 30 grammes par jour et, dans le troisième, 15 grammes, dose que nous avons jugée au prime-abord inférieure et minime.

Les différents parquets recevaient également des grains variés.

Dans le premier parquet, l'échec fut complet et tous les oiseaux étaient atteints au bout de sept jours d'une diarrhée manifeste. Il en résulta une action néfaste sur la ponte.

Dans le deuxième parquet, les résultats furent plus curieux. Les troubles digestifs furent naturellement plus longs à apparaître et, chose curieuse, la diarrhée n'était pas constante comme dans le premier cas, elle apparaissait pendant un jour ou deux, les excréments redevenaient normaux pendant plusieurs jours, puis nouvelle diarrhée. Cette diarrhée alternante était sans doute due à une mauvaise répartition à l'intérieur du parquet.

Dans le troisième parquet, nos sujets furent

exempts de tout trouble digestif et l'on constata une action favorable sur la ponte.

Il est donc indispensable que le germe de blé soit donné sous une faible quantité pour les animaux et plus spécialement pour les volailles. Pour ces dernières, il est également recommandé de faire une pâtée journalière pour un nombre de volailles fixé, afin que la dose soit bien répartie.

CHAPITRE VIII

Indications de l'emploi des Germes de Blé

L'emploi du germe de blé comporte certaines indications. C'est d'abord pour toutes les espèces un aliment défavorable à l'engraissement. Il sera plutôt donné pour augmenter le facteur production dans la machine animale.

Chez le cheval on l'emploiera dans la débilité, la convalescence, chez les sujets à grandes fatigues : chevaux de course, de polo, de chasse, de concours, etc...

Les vitamines qu'il contient pourront être utiles aux juments gestantes ou allaitantes, aux étalons.

Chez les bovins, la principale indication envisagera la production laitière et beurrière, la gestation, la fécondation, car la vitamine E joue un rôle sur la fécondation et la reproduction.

On peut également l'employer chez les jeunes pour favoriser la croissance, soit par l'apport de vitamines ou de sels minéraux (phosphore libre, calcium).

L'idée nous fut donnée d'expérimenter le germe de blé dans l'alimentation des volailles et d'étudier l'action favorable ou défavorable, voire neutre, qu'il pouvait avoir sur la ponte. La richesse en principes nutritifs variés, en vitamines et principalement en vitamine E est capable d'avoir une action sur la ponte.

Nous avons étudié précédemment le rôle de la vitamine E sur la reproduction; la ponte en elle-même est un acte de reproduction, peut-être cette vitamine est-elle capable de jouer un rôle sur la ponte ? L'apport de vitamine E ne pourrait-il pas, en dehors de son action contre l'avitaminose, ramener le processus de la ponte à l'état normal ? Ne pourrait-elle pas jouer un rôle excitant sur les organes génitaux de la poule ?

DEUXIÈME PARTIE

Importance et Rôle des Vitamines dans l'Alimentation des Volailles

Le problème de l'alimentation des animaux, résolu jusqu'à ces derniers temps en tenant compte surtout de la valeur énergétique des aliments, basée elle-même sur leur apport de calories, a été complètement modifié à la lumière de découvertes biologiques récentes, notamment par la notion de vitamines.

C'est ainsi qu'il est apparu que, pour permettre un rendement favorable, il fallait en matière d'alimentation superposer aux notions de quantité et de qualité celle de la proportion des différents éléments entrant dans la composition de la ration; qu'au surplus il y avait lieu de tenir pour indispensable une petite partie jusqu'ici ignorée dans les régimes et qu'on a désignée sous le nom d'indéterminé alimentaire, partie qui contient les vitamines, sortes de catalyseurs agissant par leur présence plus que par leur quantité.

Seule cette nouvelle conception devait permettre de concilier les nécessités économiques d'une capacité productive, de plus en plus élevée avec des régimes semi-artificiels à base d'aliments conservés obtenus industriellement ou même composés de matériaux de déchets,

le plus souvent d'une valeur très éloignée de celle des aliments naturels.

Les vitamines sont entrées dans l'ère des réalisations pratiques, de sorte qu'il est nécessaire aujourd'hui de les faire figurer dans le programme d'amélioration de l'industrie animale.

Les vitamines sont comme pour tous les autres animaux, indispensables aux volailles. Celles-ci seraient même plus sensibles au manque de vitamines que certaines autres espèces (bœuf, cheval).

Nous allons étudier quelle est l'importance de la présence de toutes les vitamines dans la ration par une étude assez approfondie des avitaminoses rencontrées chez les volailles.

D'autre part, nous allons étudier le rôle des vitamines dans l'organisme normal, car si les vitamines déterminent des troubles par leur absence, c'est qu'elles jouent à l'état normal un rôle plus ou moins complexe.

Cette double étude mettra en valeur la richesse des germes de blé en vitamines et le rôle salulaire qu'ils pourront jouer par leur présence dans la ration. Elle montrera en plus que le germe de blé ne peut être exclusivement employé dans l'alimentation en vitamines et qu'il est indispensable d'apporter par d'autres aliments les vitamines C et D.



A) Effets provoqués par l'absence de Vitamines

1^e Effets communs au défaut de Vitamines en général

Il est assez difficile de saisir les effets essentiels provoqués par le manque de vitamines en général, car certaines avitaminoses entraînent une diminution notable de l'appétit et, en conséquence, les symptômes observés

ne se rapportent pas dans ce cas uniquement à l'avitaminose en question. Ils sont dus dans une certaine mesure à d'autres carences incomplètes qui tiennent à ce que l'animal n'ingère qu'une partie de sa ration. La sous-alimentation qui en résulte a des effets propres qu'il convient de savoir distinguer, afin de pouvoir en tenir compte dans l'interprétation des résultats obtenus. Cette remarque s'applique surtout dans le cas des avitaminoses A et B.

Il faut noter d'abord que l'absence d'une vitamine déterminée a comme conséquence fondamentale de rendre certaines autres substances inutiles, inutilisables ou dangereuses. C'est là, d'ailleurs, un fait d'ordre plus général qui s'applique aussi bien à tout autre principe nutritif indispensable à la vie.

Les carences des vitamines C, B, A, toutes trois mortelles, déterminent des variations de poids notables et toujours exactement les mêmes pour chaque avitaminose à un âge déterminé.

Chez l'animal jeune, la courbe du développement pondéral peut être partagée en trois périodes :

1° La croissance s'arrête après une période d'incubation plus ou moins prolongée;

2° Un plateau d'une durée variable s'établit ;

3° Enfin une chute rapide de poids se manifeste, conduisant à la mort.

Chez l'animal adulte, l'on n'observe que deux périodes au lieu de trois.

1° Une période d'équilibre ou phase d'incubation durant laquelle les animaux paraissent normaux;

2° Une période de déclin, durant laquelle les accidents caractéristiques se manifestent.

Dans tous les cas, l'issue fatale est la règle, et cette

conséquence est frappante quand on la compare à la survie et au bon entretien des animaux recevant le même régime, simplement complété par l'infime quantité de vitamines nécessaires.

Dans le cas des avitaminoses non mortelles : rachitisme, troubles de la reproduction, le fonctionnement de l'organisme et le développement pondéral ne paraissent subir aucun changement. Ces affections ne s'accompagnent donc pas de dénutrition. En ce qui les concerne l'on peut, à la rigueur, envisager comme étant un effet général la répercussion élective du déséquilibre sur l'intégrité d'un organe déterminé.

2° Effets provoqués par le défaut de Vitamine B

L'avitaminose B fut constatée accidentellement pour la première fois par un médecin hollandais, EIJKMANN. Soignant des prisonniers à Java, il constata dans la basse-cour de l'hôpital que des poules, consommant exclusivement du riz poli et décortiqué, présentaient des accidents paralytiques et nerveux rappelant de très près ceux de ses malades. Il remarqua que la mort se produisait assez vite après ces accidents et nota à l'autopsie des lésions de dégénérescence des nerfs périphériques.

EIJKMANN, expérimentant par la suite, mit en évidence :

1° Que les oiseaux ne présentaient aucun symptôme quand on les nourrissait avec du riz entier.

2° Que les oiseaux qui présentaient des signes de paralysie sous l'influence d'un régime exclusif au riz décortiqué se guérissaient rapidement si on leur donnait du riz entier.

Ce bériberi des oiseaux, EIJKMANN l'appela polyné-

vrite aviaire. Il constitue en quelque sorte une avitaminose globale dont l'étude est basée exclusivement sur l'observation et qui est fort complexe.

C'est seulement depuis peu d'années que certains expérimentateurs, notamment M^{me} RANDOIN et R. LECOQ, se sont efforcés d'en analyser les symptômes en réalisant, d'une part, une carence de vitamine B antinévritique, d'autre part, une carence de vitamine B d'utilisation nutritive et d'utilisation cellulaire.

Les animaux privés de vitamine antinévritique présentent principalement des symptômes nerveux. Quelques jours avant la crise, on constate une paralysie progressive du pharynx et du jabot qui n'évacue plus les aliments. Des troubles moteurs se manifestent du côté des membres. La parésie des muscles rend l'animal incapable de se tenir debout; quand il est au repos, il présente des tremblements généralisés. On peut également voir la parésie des muscles du cou entraînant la rétraction permanente de la tête avec ou sans torsion latérale. Des troubles sensitifs et cutanés apparaissent en même temps que les troubles moteurs. Il y a de l'insensibilité à la douleur.

Enfin les crises convulsives ou crises de polynévrite apparaissent; des contractures tétaniques se produisent ayant pour effets principaux de projeter en avant les pattes et les doigts en hyperextension et de renverser la tête en arrière. Puis les ailes se mettent à battre rapidement, pendant que le corps de l'oiseau, culbutant en arrière, se trouve animé d'un rapide mouvement de rotation très impressionnant à observer.

Les crises se renouvellent spontanément plusieurs fois dans la journée, mais il est possible de les provo-

quer à volonté par une excitation quelconque (heurt inattendu).

A l'autopsie, on constate que la polynévrite s'accompagne d'une atrophie marquée de divers organes, notamment de thymus, des testicules, des ovaires, de la rate, etc..., et d'une hypertrophie d'autres organes, notamment des capsules surrénales.

Dans le système nerveux périphérique, on décèle souvent des dégénérescences, soit des cylindres-axe, soit des gaines de myéline.

Les avitaminoses par carence de vitamine B d'utilisation nutritive (B₁) et par carence de vitamine B d'utilisation cellulaire (B₂) déterminent un état très grave de dénutrition se traduisant par une chute de poids des animaux et une baisse importante de la température centrale. On n'observe pas les accidents nerveux précédents. A la fin de la maladie, les animaux ont une attitude tout à fait caractéristique, les pattes sont écartées, la tête fortement inclinée. Ils succombent en présentant les signes d'une asphyxie progressive.

Tous ces troubles, faut-il le dire, sont rarement rencontrés, car ils correspondent à des avitaminoses complètes qui heureusement ne se voient pas souvent, surtout dans nos pays. Il est excessivement rare qu'un régime soit complètement dépourvu de vitamine B, surtout quand l'alimentation est variée. Mais celle-ci peut se trouver quelquefois en quantité si minime qu'elle occasionne des troubles plus ou moins marqués, dont l'intensité et la symptomatologie varient, mais ayant pour base les symptômes décrits obtenus par l'expérimentation, et s'en rapprochant.

3° Effets provoqués par l'absence de Vitamine D

L'avitaminose D est le type des avitaminoses non mortelles. Elle offre un caractère tout particulier, on l'observe surtout dans le jeune âge où elle fait sentir ses effets sur la croissance du tissu osseux.

Chez les volailles, on la constate assez fréquemment; elle se manifeste par la tuméfaction et l'empâtement des articulations; les épiphyses des os longs semblent à la fois molles et gonflées. On peut déceler, au niveau des articulations chondro-costales, des nodosités rappelant le chapelet costal des enfants rachitiques.

4° Effets provoqués par l'absence des autres Vitamines

L'avitaminose C n'a jamais été signalée chez les volailles, ce n'est pas dire pour cela que la vitamine C soit inutile dans la ration. Il est certain qu'elle joue un rôle comme toutes les autres vitamines.

Il en est de même de la vitamine P.

L'avitaminose E détermine chez les volailles la stérilité. Il est très probable que l'absence de cette vitamine, si elle n'arrête pas la ponte, qu'elle empêche certainement l'éclosion.

L'avitaminose A a été surtout constatée en Amérique.

En 1919, HARING, BEACH et JAFFA ont relaté une avitaminose A chez les poules de Californie, se traduisant par des troubles circulatoires (coryza), digestifs (entérite), oculaires et urinaires. Cette déficience s'observerait surtout d'après eux quand l'alimentation est trop sèche.

HUTCHISON a eu l'occasion de constater ces accidents dans plusieurs élevages et leur disparition à la suite d'administration de verdure ou d'huile de foie de

morue. Il a vu que les coqs guérissaient plus rapidement que les poules pondeuses, sans doute parce que la formation des œufs demande une grande quantité de vitamine.

BRANDLY a surtout observé l'avitaminose A à la fin de l'hiver et au début du printemps, à la suite d'une nourriture déficiente en aliments frais. On observe souvent de lourdes pertes dans les trois semaines qui suivent l'éclosion. Les symptômes sont de la faiblesse, de la sécheresse du plumage, une extrême émaciation et enfin l'inappétence qui amène la mort. On constate également et souvent une conjonctivite purulente de la sécheresse de la muqueuse respiratoire.

A l'autopsie, les lésions sont marquées par un changement dans les muqueuses respiratoires, digestives et urinaire dont l'épithélium est remplacé par une couche squameuse de cellules stratifiées, non secrétantes, les uretères et les tubes urinifères sont distendus par un dépôt blanchâtre d'urates. Ceux-ci peuvent aussi recouvrir la surface de certains tissus ou organes. Il y a souvent de l'entérite. Chez les poussins et parfois chez les adultes, on constate une tendance aux œdèmes.

L'addition d'un aliment renfermant la vitamine A fait rapidement disparaître ces troubles, surtout si des aliments frais sont ajoutés à cette ration.

La description des symptômes correspondants à toutes ces avitaminoses fait voir l'importance de la présence des vitamines dans la ration.

Nous avons exposé les effets produits par l'absence des vitamines; nous allons maintenant envisager le point essentiel, c'est-à-dire les données relatives à l'action proprement dite des diverses vitamines sur l'organisme, ce que l'on peut appeler le rôle positif ou eutrophique des vitamines.

B) Rôle des Vitamines dans le Fonctionnement des Êtres vivants

La connaissance du rôle des vitamines dans l'entretien de la vie et le fonctionnement normal de l'organisme est d'une importance capitale, théoriquement et pratiquement. Il est bien évident que si en leur absence de graves modifications se produisent, c'est qu'elles avaient à l'état normal un rôle à jouer dans les phénomènes vitaux.

Ce rôle est difficile à mettre en évidence.

Quand les vitamines sont présentes, tout se passe normalement et, sauf pour le principe antirachitique, un excès de l'une ou de l'autre des vitamines ne produit pas de manifestation nette en sens inverse de l'action due à la carence, manifestation qui nous éclairerait sur leur rôle positif autant que les troubles d'avitaminose et même bien davantage.

1^o Rôle de la Vitamine C

Il est très difficile à élucider.

M^{me} RANDOIN et M^{lle} A. MICHAUX, depuis 1923, ont étudié ce rôle sur le cobaye. La vitamine C jouerait un rôle dans le maintien de l'équilibre physico-chimique du sang. En son absence, il se produit des troubles dans le sang : augmentation de la teneur en eau, en chlorures, en urée, en fibrinogène, diminution de la teneur en fer, augmentation de la teneur des globules en acide gras, variations importantes de la résistance globulaire, etc... Le taux du chlore s'élève considérablement dans les muscles, le glycogène diminue dans le foie et dans les muscles, le cholestérol des capsules surrénales augmente. La teneur du fer baisse dans le foie.

Ces perturbations se traduisent par une nutrition défectueuse des cellules de l'endothélium.

La vitamine C est nécessaire à tous les âges, elle se comporte comme un facteur d'équilibre et d'entretien et non comme un facteur de croissance.

2° Rôle de la Vitamine B

Nos connaissances sur la manière dont les vitamines B agissent dans l'accomplissement des phénomènes vitaux essentiels sont à l'heure actuelle bien peu nombreuses.

M^{me} RANDOIN et H. SIMONNET ont prouvé que la grandeur du besoin en vitamine B n'est pas fixe, absolu, qu'elle ne dépend pas de l'animal lui-même, mais qu'elle est relative et en rapport direct avec le degré d'utilisation digestive des glucides d'une ration.

1° Les crises de polynévrite et la mort des animaux avitaminés sont d'autant plus précoces que la proportion de glucides digérés, puis absorbés, est plus grande;

2° Plus la ration renferme de glucides digestibles, plus elle doit contenir de vitamine B pour être satisfaisante; il existe donc une relation très nette entre l'utilisation par l'organisme des glucides digérés et la quantité de vitamine B présente dans les rations;

3° En fournissant un régime sans glucides préformés, c'est-à-dire en fournissant l'énergie exclusivement sous forme de graisses et d'albuminoïdes, on peut avec une ration privée de vitamine B entretenir des adultes.

D'après ces deux auteurs, la vitamine B agirait dans l'utilisation cellulaire, donc dans la désintégration des glucides, lesquels sont considérés comme les plus importantes des substances énergétiques.

En l'absence de vitamine B, l'organisme n'utilise pas normalement les glucides digérés et absorbés, il en résulte une inanition partielle. D'autre part, il y a accumulation de produits toxiques dérivés des glucides, ou causés par leur non utilisation. Il existerait dans l'avitaminose B un trouble tissulaire de la combustion des glucides.

Les vitamines B intervenant dans le fonctionnement de l'organisme, un adulte doit en recevoir des doses plus fortes et elles sont nécessaires à tous les âges, mais la quantité à absorber doit être d'autant plus forte que l'organisme fonctionne davantage et consomme plus de matières féculentes et sucrées.

3° Rôle de la Vitamine D

Dans le cas d'un régime non équilibré au point de vue du calcium et du phosphore et en même temps dépourvu de vitamine antirachitique, il se produit des troubles dans l'absorption des matières minérales alimentaires.

La vitamine D se révèle comme un agent capable de mobiliser et de fixer le calcium dans l'organisme. C'est le facteur qui oppose son action catalytique aux effets pathologiques provoqués par le déséquilibre minéral, effets qui sont à redouter durant toute la croissance, mais qui sont particulièrement graves aux époques d'allongement des os.

4° Rôle des autres Vitamines

La vitamine antipellagreuse P semble avoir une action sur certains phénomènes de la nutrition qui conditionnent, d'une part, le bon état de la peau, d'autre part, le bon état des muqueuses du tube digestif.

La vitamine A jouerait un rôle dans la croissance.

Elle possède en outre une action qui s'oppose aux infections, aux intoxications.

Enfin nous avons déjà eu l'occasion de dire que la vitamine E assure chez le fœtus le développement des tissus générateurs de sang et chez le mâle la formation des cellules reproductrices.

D'après les auteurs américains qui ont mis en évidence la vitamine E, celle-ci jouerait au cours de la croissance de l'organisme un rôle dans le développement du système nerveux central et plus tard à la fin du développement aurait une autre action mal définie.

Cette étude assez approfondie du rôle des vitamines relate l'importance de leur présence dans les aliments. Si elles sont nécessaires, indispensables même pour éviter certains troubles, elles sont en plus utiles, car elles jouent un rôle bienfaisant vis-à-vis des différentes fonctions de l'organisme.

Cette étude permet également de mettre en valeur certains aliments qui les contiennent. C'est ainsi que l'huile de foie de morue est si prônée pour sa richesse en vitamine D, le germe de blé pour sa richesse en vitamine E.

..

c) Besoins en Vitamines et Circonstances qui font varier ces Besoins

Il est un fait aujourd'hui bien démontré, les organismes animaux ont besoin de vitamines; or ils sont incapables de créer ces substances et ils ne peuvent en constituer que de très faibles réserves dans leurs tissus. Par conséquent, l'alimentation doit leur apporter chaque jour des vitamines en proportions suffisantes.

Alors que le cheval, le bœuf, le mouton, le lapin ne

semblent pas trop souffrir d'être privés de vitamines, les volailles, au contraire, sont très sensibles au manque de vitamines et présentent facilement des troubles par carence.

Même pour une même espèce, les besoins en vitamines sont loin d'être constants, ils s'accroissent dans certaines circonstances que nous allons rappeler brièvement.

Les organismes en voie de croissance réclament un important supplément des facteurs A et D. Nous avons vu également que plus la ration était riche en glucides digestibles, plus elle devait contenir de vitamine B.

Le fonctionnement des organes reproducteurs nécessite un apport constant des diverses vitamines, principalement des facteurs E, A et B.

Or, chez les poules pondeuses, les organes reproducteurs fonctionnent intensément, car le but des élevages est la récolte des œufs. Il est donc indispensable que leur alimentation soit riche en vitamines. Nous verrons d'ailleurs par comparaison, l'influence qu'elles peuvent jouer sur la ponte et l'éclosion.

La formation des œufs demande une grande quantité de vitamines.

HUTCHISON a constaté que dans le cas d'avitaminose A l'introduction de la vitamine A dans l'alimentation amenait une guérison plus rapide chez les coqs que chez les poules pondeuses, à cause de la formation des œufs chez ces dernières qui réclament des vitamines en surplus.

La poule pondeuse a besoin de vitamines pour son organisme propre d'abord et pour la bonne constitution de ses œufs. La richesse des œufs en vitamines dépend de la plus ou moins grande richesse des aliments en ces

éléments. Les aliments végétaux sont plus riches en vitamines que les autres.

Les jaunes d'œufs renferment en grande abondance les vitamines B, P, A, et en moins grande abondance la vitamine D. Il est très probable qu'ils contiennent également la vitamine E, bien que sa présence n'ait pas été démontrée expérimentalement. Le blanc d'œuf est complètement dépourvu de vitamines.

HART, HUGHES et BETHKE ont montré non seulement que les jaunes d'œufs sont riches en vitamine B, mais que la quantité de cette dernière dépend de l'alimentation des pondeuses.

Les expériences de HESS ont montré que la présence de la vitamine D dans l'œuf variait avec l'alimentation et que le manque de vitamine D arrêta le développement de l'embryon.

Il y a donc une corrélation très intime entre la présence de vitamines dans l'œuf et la richesse en vitamines de l'alimentation.

De plus, l'absence ou le manque de vitamines dans les œufs destinés à la reproduction amène un échec complet de l'éclosion.

STAFSETH a constaté une grande mortalité en coquille à la suite d'avitaminose A et B. Sur les quelques éclosions qui avaient lieu, la mortalité ne tardait pas à apparaître. On constatait une conjonctivite et une kératite intenses avec parfois une légère sinusite infra orbitaire et la mort apparaissait après quelques jours, quelquefois quelques heures.

La carence de vitamines dans l'alimentation amène d'abord un appauvrissement en vitamines des œufs. Il peut même arriver que les œufs soient complètement dépourvus de vitamines ou n'en contiennent que très

peu. Si cette carence persiste, la ponte s'arrête, puis apparaissent en dernier lieu les troubles par carence décrits plus haut.

En dehors de l'éclosion, la présence des vitamines dans les œufs a une autre importance. Les œufs sont utilisés comme aliments et présentent alors des avantages bienfaisants.

Nous nous sommes demandé si la présence de certaines vitamines dans la ration ne jouait pas un rôle excitant sur la ponte. C'est dans cette intention que nous avons employé les germes de blé remarquables par leur richesse en vitamines, surtout en vitamine de reproduction, dans l'alimentation des pondeuses.

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Généralités sur la Ponte

L'amélioration de la ponte a toujours été, pour les éleveurs et les producteurs de volailles, une question très importante. On s'est efforcé de tout temps à faire rendre aux pondeuses le maximum de production d'œufs.

Des concours de ponte ont été institués pour faciliter, stimuler, encourager la sélection et la production.

On s'est efforcé également de produire le plus grand nombre d'œufs avec une alimentation rationnelle la plus économique possible.

En dehors de ces grands facteurs d'amélioration, on s'est efforcé par toutes sortes de moyens d'améliorer la ponte : électricité, chaleur, rayons ultra-violets, etc.

Nous nous sommes proposé de déterminer le rôle que pouvait jouer une alimentation rationnelle renfermant des germes de blé. Cet aliment très nutritif est très riche en vitamines, comme nous l'avons déjà exposé. Si les vitamines provoquent des troubles par leur absence, elles peuvent jouer un rôle, même chez des organismes normaux, et comme telle la vitamine de reproduction E pourrait jouer un rôle sur la production et l'éclosion des œufs.

Avant de transcrire les résultats obtenus par nos expériences personnelles, nous allons donner quelques généralités sur la ponte normale et physiologique, ainsi que sur les cycles de ponte.

1° Formation de l'Œuf

L'étude de la formation de l'œuf implique la connaissance de l'organe qui le produit.

Les organes reproducteurs des oiseaux sont parmi les plus complexes, car ils doivent produire le germe, l'envelopper d'une membrane protectrice contenant les substances nécessaires à son développement. Cette enveloppe protectrice, la coquille, est assez rigide, poreuse, pour permettre les échanges gazeux pendant l'incubation.

L'appareil géniteur femelle des oiseaux se compose de deux parties :

1° L'ovaire ou grappe ovarienne, a l'apparence d'une grappe de raisin contenant, d'après certains auteurs, plus de 1.000 ovules à différents stades de leur développement. La poule possède là en réserve une puissance productive que les conditions d'exploitation ne permettent pas d'épuiser. Cette puissance peut-elle être modifiée ? Elle est en tout cas individuelle et héréditaire. D'un autre côté, on peut l'activer par une nourriture abondante rationnelle, une hygiène bien comprise, certains aliments, etc..., et augmenter ainsi la production

Au cours de leur formation, les ovules prennent une teinte jaune plus ou moins vive. Ils sont maintenus dans une capsule très vasculaire qui, au moment de la maturité ou ovulation, se fend au niveau de la cicatrice.

L'ovaire est fixé sous la colonne vertébrale près du rein gauche et il n'en existe qu'un chez les oiseaux, le droit s'atrophiant de très bonne heure chez presque toutes les espèces.

2° L'oviducte est un canal long, flexueux, très extensible, mesurant jusqu'à 55 cm. chez les grandes pondeuses. Commenant près de l'ovaire par un pavillon chargé de recueillir le jaune, il se termine dans le cloaque.

Il peut être divisé en cinq parties, correspondant à des fonctions différentes :

- a) le pavillon chargé de cueillir le jaune;
- b) l'oviducte sécrétant l'albumen;
- c) l'isthme dans lequel sont secrétées les membranes coquillières, divisant l'oviducte en deux parties;
- d) la région coquillière ou le reste de l'albumen et la coquille sont ajoutés;
- e) le vagin, dernière partie de l'oviducte où se dépose la pigmentation et une couche d'albumine donnant à l'œuf son brillant. Il se termine dans le cloaque, sorte de diverticulum commun avec l'appareil digestif.

L'oviducte est constitué par une couche externe séreuse, une couche moyenne formée de deux parois musculaires, une extérieure à fibres longitudinales, une intérieure à fibres circulaires, une couche muqueuse interne dans laquelle sont logées trois types de glandes entrant en activité, soit par irritation à l'approche d'un œuf en voie de formation, soit sous l'influence de sécrétions internes.

La fécondation a lieu dans le pavillon. On voit sur

le jaune une petite masse blanchâtre comme flottante qui se maintient toujours à la partie supérieure du jaune, quelle que soit la position de l'œuf. C'est le blastoderme ou germe de l'œuf.

Recueilli par le pavillon, le jaune progresse dans l'oviducte sous la pression des contractions musculaires. Il se recouvre d'abord d'une couche d'albumine dense, les chalazes se forment, les membranes coquillières enveloppent le tout, puis d'autres couches d'albumine viennent s'ajouter aux précédentes par osmose et enfin la coquille se densifie.

D'après PEARL et CURTI, il faut environ 20 jours pour que les ovules atteignent leur complet développement sur une poule en période de ponte. Le jaune recueilli par le pavillon reste environ 3 heures dans la partie antérieure de l'oviducte où il s'entoure d'une première couche d'albumine épaisse, les chalazes se forment également dans cette partie. Il met environ une heure à progresser dans la partie postérieure de l'oviducte où ses enveloppes extérieures se forment lentement. En même temps il reçoit une couche d'albumine très fluide (50 % environ du poids total) qui passe par osmose à travers les membranes déjà formées et partiellement recouvertes par la coquille en voie de formation. L'osmose continue jusqu'à ce que l'œuf soit complété.

Cette opération dure de 5 à 7 heures.

Il ne reste plus qu'à compléter la coquille et à expulser l'œuf, cela demande 12 à 16 heures.

L'œuf est retenu dans le vagin un temps variable avant d'être pondu. Ce temps est sous le contrôle de la poule de sorte que, si elle est effrayée ou chassée du nid, elle peut retarder sa ponte.

2° Physiologie de l'Appareil génital

Chez la poulette n'ayant pas encore pondu ou chez la poule en dehors de la période de ponte, l'ovaire se présente sous la forme d'une petite grappe dont les ovules blancs ne contiennent aucune particule de jaune, l'oviducte est rétracté et ne constitue plus qu'un canal court, étroit accolé à la colonne vertébrale.

A un moment donné sous l'influence de l'âge, de la saison, de l'alimentation et de nombreuses causes encore indéterminées, la poule se prépare à pondre. Les ovules se chargent progressivement et successivement de jaune, puis l'oviducte subit à son tour des modifications qui le rendront prêt à recevoir le jaune au moment de l'ovulation.

Il y a donc là une corrélation fonctionnelle très étroite entre le développement de la grappe et celui de l'oviducte, analogue à celle qui chez les mammifères au moment du part prépare la mamelle et développe l'instinct maternel.

En 1914, MAYNE, R. CURTIS, dans une étude sur la formation de l'œuf, signalent la présence d'un facteur inconnu, stimulant et régularisant les fonctions de l'oviducte.

Les travaux de FREI et KOB, de STEINACH, etc..., ont établi que ces fonctions sont non seulement sous la dépendance du système nerveux, mais surtout sous l'action des produits de la sécrétion interne.

Ces substances spéciales formées par les sécrétions internes (Hormones) sont des agents qui, transportés par le sang, passent à côté d'un nombre considérable d'organes sans les influencer, s'arrêtent au contraire au niveau d'éléments anatomiques déterminés et exercent

là leur action, probablement parce que des correspondances de structure chimique entre les protoplasmes en question et ces corps permettent une fixation puis une action de ceux-ci sur ceux-là. Ce sont des substances labiles disparaissant rapidement dans le sang. Et il faut qu'il en soit ainsi (STARLING), il faut que leur action soit de courte durée afin que les éléments excités par ces agents demeurent aptes à recevoir des excitations nouvelles (LAMBLING).

D'après GLEY, ce sont des substances qui provoquent des fonctionnements et jouent par conséquent le rôle d'excitateurs; ce sont les vraies hormones de STARLING ou excitants fonctionnels spécifiques.

Ces hormones physiologiques sont secrétées par les cellules interstitielles de l'ovaire, dont l'existence a été mise en évidence par les travaux histologiques de : ANCEL et BOUIN, VILLEMIN, HALBAU, DE BARTHELMEZ, etc.

Ce sont les hormones qui, par leur influence sur toute la sphère sexuelle des volailles, font développer et rougir la crête, briller le plumage, activer la nutrition générale et surtout déclancher le développement fonctionnel de l'oviducte. Ce sont ces mêmes hormones qui dirigent le pavillon et l'adaptent sur l'ovule au moment de l'ovulation qui mettent en action tous les phénomènes physiologiques qui président à l'élaboration de l'albumen, de la coquille et à l'expulsion de l'œuf.

Normalement les différentes phases de ce processus s'accomplissent avec une régularité parfaite, mais le moindre trouble des fonctions digestives, de la nutrition générale, etc..., déterminent une rupture de l'équilibre fonctionnel de l'organisme, conséquemment un arrêt de ses sécrétions internes et de l'ovulation.

La physiologie nous apprend qu'aucun organe du corps ne jouit d'une indépendance absolue, mais qu'ils présentent tous des affinités plus ou moins grandes et des relations interorganiques réalisées par le système nerveux et les hormones.

De sorte que si l'ovaire par la sécrétion interne agit sur l'organisme, il subit l'influence de toutes les perturbations du système nerveux et des autres glandes endocrines.

Ces diverses considérations physiologiques sur l'action des ovaires et de leur sécrétion interne ont une importance dans l'exploitation des bonnes pondeuses.

3° Les Cycles de Ponte

Les poules nous donnent généralement leurs œufs à raison d'un par jour pendant un certain temps, puis elles s'arrêtent un moment et reprennent ensuite leur ponte. Ces séries productives constituent à proprement parler les cycles, bien que les pauses qui les séparent puissent elles aussi être prises en considération.

Les cycles sont égaux ou inégaux, ils peuvent se réduire à la proportion d'un seul œuf ou au contraire dépasser celle de 100 œufs, ce qui est rare. Habituellement, en bonne saison, ils sont de 3 à 7 œufs avec un intervalle de non-production d'un jour; en mauvaises saisons les cycles sont généralement plus courts et les intervalles plus longs. Le temps qui s'écoule entre la production des premiers œufs de deux cycles de ponte consécutifs peut donc varier avec le nombre d'œufs pondus et aussi avec la longueur de l'intervalle de non-production. Le cycle intégral devrait se compter d'un œuf à celui qui lui correspond dans la phase suivante de production.

Les cycles pour un animal donné à une époque déterminée ont généralement une certaine analogie entre eux, et semblent caractériser la production de certains oiseaux.

Pour faire l'étude des cycles de ponte il suffit de consulter les feuilles de ponte. Au cours de l'année il y a des modifications dans les cycles de ponte qu'il peut être intéressant de dégager.

Si nous divisons l'année en trois parties :

- a) Période de ponte croissante (novembre à février) ;
- b) Période de ponte constante (mars à juin) ;
- c) Période de ponte décroissante (de juillet à octobre) ; nous pouvons faire les constatations suivantes quand on observe surtout les meilleures pondeuses.

1° Les cycles les plus nombreux, même chez les grandes pondeuses, sont toujours ceux d'un seul œuf. Suivent de près comme importance les cycles de deux œufs, puis viennent ceux de trois œufs; les autres cycles sont beaucoup plus rares;

2° Ce sont les cycles de trois œufs qui fournissent la plus grande quantité d'œufs; ce sont ensuite les cycles de deux œufs;

3° De novembre à juin, les cycles de 1 à 3 œufs sont nombreux, les autres pouvant être considérés comme rares;

4° De juillet à octobre, seuls les cycles de 1 et 2 œufs sont nombreux, tous les autres sont rares et exceptionnels;

5° C'est pendant la période de mars à juin que les cycles longs sont les plus nombreux. Toutefois, même pour les animaux de très grande prolificité, les cycles de plus de 5 œufs sont toujours exceptionnels.

CHAPITRE II

Expériences personnelles

Toutes ces généralités sont utiles pour montrer la complexité du phénomène de la ponte et les difficultés qu'on peut avoir à l'améliorer.

C'est toujours sur une simple constatation que l'on note une amélioration, soit sur un individu, sur un parquet, sur un élevage. On s'aperçoit qu'un sujet pond davantage, que ses cycles de ponte ont varié et on explique ainsi rarement quelle est la cause qui a produit cette amélioration et surtout quel est son mode d'action.

Il est un fait indéniable c'est que l'alimentation joue un rôle sur la ponte; c'est elle qui joue le plus grand rôle, car elle apporte tous les matériaux nécessaires à l'organisme. L'alimentation rationnelle est un grand facteur de l'amélioration de la ponte et c'est le plus facile à mettre en œuvre.

Grand nombre d'éleveurs avaient déjà remarqué que les vitamines données en grandes quantités pouvaient être considérées comme des facteurs importants de cette amélioration. Beaucoup d'entre eux nourrissaient leurs pondeuses dans les moments de ponte intense avec des grains qu'ils laissaient germer à l'humidité et qui présentaient par le fait même une plus grande richesse en vitamines. D'autres donnaient de l'huile de foie de morue et tous constataient une réelle amélioration.

C'est dans le même ordre d'idées que nous nous sommes proposé d'étudier les variations survenues par l'introduction de germes de blé dans la ration. Les germes de blé que nous avons utilisés nous ont été aimablement fournis par M. Gaillard.

Nous avons donc fait dans cette intention une première expérience sur un lot de 28 pondeuses que nous avons suivies individuellement; notre seconde expérience fut pratiquée sur une basse-cour assez importante comprenant 120 pondeuses ayant répondu à une production moyenne de 140 œufs pendant l'année précédente.

Dans un but tout différent, nous avons fait une troisième expérience pour étudier les variations survenues dans l'éclosion.

Première Expérience

Nous avons d'abord pensé d'expérimenter sur les mêmes sujets en étudiant les changements intervenus par l'emploi des germes de blé.

Nous avons vu précédemment que la ponte varie constamment d'un moment à un autre et, pour opérer ainsi, il nous aurait fallu deux saisons complètes, c'est-à-dire deux ans. Sans doute la question d'individualité n'existait pas, mais, d'autre part, nous nous heurtions à un autre écueil; c'est que chez les pondeuses et surtout les bonnes pondeuses, la capacité productive diminue d'année en année et la ponte totale observée pendant une année entière est quelquefois bien inférieure à celle de l'année précédente, surtout après la deuxième année de ponte.

Nous avons donc opéré sur des sujets non sélectionnés, par comparaison. Les sujets non sélectionnés

sont, faut-il le dire, susceptibles d'une amélioration plus notable.

L'essentiel était de faire deux groupes distincts tout à fait semblables à tous les points de vue afin de pouvoir les comparer entre eux.

En expérimentant de la sorte nous avions à tenir compte des causes d'erreurs engendrées par l'individualité, mais nous avons détourné en partie cet obstacle en prenant un assez grand nombre de sujets d'expériences. De cette façon, s'il y a des sujets d'élite parmi nos témoins, la constatation sur l'ensemble permet d'établir une comparaison.

Pour les pondeuses de deux ans et celles plus âgées, nous avons pris des sujets dont nous connaissons les antécédents et la capacité productive pendant les années précédentes; il était alors facile de faire deux groupes distincts sensiblement analogues au point de vue de la ponte et pouvant être comparés entre eux. Chaque groupe était isolé.

Pour les poulettes, il ne pouvait en être de même; nous n'avions pas d'antécédents.

Pour obvier à cet inconvénient nous nous sommes efforcé de les diviser en deux parties sensiblement homologues en tenant compte de leur origine, de leur race, de leur âge exact, de leur poids.

Nous avons donc deux grands lots identiques comprenant chacun trois catégories.

Ces deux lots reçurent une alimentation rationnelle à base de grains, de pâtées et de verdure. Dans le premier lot seulement l'on administrait journellement dans la pâtée 10 grammes de germes de blé par oiseau.

Dans chaque parquet il y avait un coq de même

race qui recevait aussi dans le premier parquet des germes de blé.

Chaque parquet était muni de nids-trappes pour faciliter le ramassage des œufs. Ceux-ci étaient recueillis plusieurs fois dans la journée et le numéro de la poule était inscrit sur l'œuf qu'elle avait pondu ainsi que la date.

Le tout était ensuite relaté sur une feuille de ponte. Il était ainsi permis de comparer les résultats obtenus dans chaque parquet.

Nous avons pratiqué ces expériences au service d'aviculture de l'Ecole d'Alfort. Nous avons expérimenté sur la fin de la période de ponte croissante, c'est-à-dire en janvier et nous avons poursuivi nos observations pendant toute la période de ponte constante et le début de la période décroissante, c'est-à-dire jusque fin juillet.

Grâce à cette disposition il nous était facile d'analyser les résultats obtenus et de les comparer dans les deux parquets.

En totalisant le nombre d'œufs obtenus mensuellement dans chaque parquet, voici les résultats que nous avons obtenus :

1° Pour les poulettes du premier parquet :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Totaux
Sujet n° 1	2	7	16	16	18	10	8	77
Sujet n° 2	3	7	14	15	17	12	10	78
Sujet n° 3	1	6	10	14	17	12	9	69
Sujet n° 4	0	5	13	15	16	11	9	69
Sujet n° 5	1	6	14	14	15	13	8	71
TOTAUX	7	31	67	74	83	58	44	364

2° Pour les poulettes du deuxième parquet :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Totaux
Sujet n° 6	0	5	12	16	18	12	7	70
Sujet n° 7	1	6	10	17	17	12	8	71
Sujet n° 8	0	4	11	15	16	10	6	62
Sujet n° 9	2	6	14	16	18	11	9	76
Sujet n° 10	3	7	16	18	17	12	9	82
TOTAUX	6	28	63	82	86	57	39	361

La comparaison entre les deux parquets montre que la différence de production est à peu près nulle. Dans le premier parquet dont l'alimentation comprend des germes de blé, nous avons trois œufs de plus que dans le second qui n'en contient point. Cette différence entre deux catégories de cinq oiseaux pendant 7 mois de ponte ne mérite même pas d'être signalée et nous sommes dans l'obligation d'avouer que l'action sur les poulettes est nulle.

Le germe de blé et les vitamines qu'il contient n'active ni n'arrête les débuts de ponte chez les poulettes.

Voyons maintenant les résultats obtenus chez les poules ayant déjà une année de ponte, d'abord dans le premier parquet, puis dans le second :

1° Dans le premier parquet :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Totaux
Sujet n° 11	6	9	12	17	17	12	10	83
Sujet n° 12	3	3	9	12	14	7	7	55
Sujet n° 13	9	13	18	17	18	10	5	90
Sujet n° 14	5	10	17	16	16	12	9	85
Sujet n° 15	3	9	11	11	10	9	7	60
TOTAUX	26	44	67	73	75	50	38	373

2° Dans le deuxième parquet :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Totaux
Sujet n° 16	4	8	19	17	15	5	0	68
Sujet n° 17	2	6	14	15	16	7	3	63
Sujet n° 18	2	7	14	9	16	7	4	59
Sujet n° 19	1	9	13	14	15	9	2	63
Sujet n° 20	0	5	14	16	12	6	1	54
TOTAUX	9	35	74	71	74	34	10	307

Il suffit de lire les résultats obtenus pour voir une réelle supériorité de production dans le premier parquet. Il y aurait donc une action favorable produite par les germes de blé. Trois sujets dans le premier parquet ont une production nettement supérieure à la production la plus forte dans le deuxième parquet (sujet 16). La plus forte production dans le premier parquet (sujet 13) dépasse de 22 œufs la plus forte production du deuxième parquet (sujet 16). La plus faible dans le premier parquet équivaut à la plus faible dans le second.

Le total des œufs pondus dans le premier parquet dépasse de 66 celui du deuxième parquet, ce qui fait une amélioration de 21,31 % en faveur du premier parquet sur le second. On note une différence de 13,2 œufs par oiseau.

Par une analyse plus approfondie, il est permis de constater que la différence provient surtout du début et de la fin de la ponte. Il suffit pour s'en rendre compte de totaliser les productions mensuelles dans chaque parquet et de les comparer respectivement entre elles. Pendant les mois de janvier et février nous avons une différence de 17+19 soit 26 œufs, et pendant les mois de juin et juillet 16+28, soit au total 70 œufs en faveur du premier parquet.

Il est donc permis de dire que c'est au début et à la fin de la ponte que les germes de blé exerceraient une action favorable sur les poules adultes.

Considérons maintenant en troisième lieu les résultats chez les poules de quatre ans en résumant la production de ces oiseaux comme précédemment.

Ces poules étaient de très mauvaises pondeuses. Elles n'avaient pondu aucun œuf pendant le mois de

janvier. Nous avons administré des germes de blé à la moitié d'entre elles à partir du 1^{er} février.

Voici la totalisation des feuilles de ponte.

1° *Pour le premier parquet* (parquet recevant des germes de blé).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Totaux
Sujet n° 21	0	4	15	18	17	11	4	69
Sujet n° 22	0	3	9	13	20	15	6	66
Sujet n° 23	0	5	11	18	16	14	6	70
Sujet n° 24	0	3	12	15	15	11	8	64
TOTAUX	0	15	47	64	68	51	24	269

2° *Pour le deuxième parquet.*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Totaux
Sujet n° 25	0	2	11	13	13	12	2	53
Sujet n° 26	0	3	6	10	11	10	4	44
Sujet n° 27	0	1	7	11	12	13	5	49
Sujet n° 28	0	4	9	11	14	12	3	53
TOTAUX	0	10	33	45	50	47	14	199

Nous avons encore une différence favorable pour le premier parquet. Cette différence de 70 œufs amène une surproduction de 17,5 œufs par oiseau pendant les sept mois. Elle est supérieure à la surproduction des poules du premier parquet n'ayant qu'une saison de ponte. Chez ces dernières, la surproduction est de 13,2 œufs par oiseau.

Cette amélioration est appréciable et peut être attribuée au germe de blé et aux vitamines qu'il contient.

Dans le cas des poules de quatre ans, l'amélioration produite n'a pas lieu surtout comme dans le cas précédent, sur le début et la fin de la période de ponte. Nous pouvons dire qu'il y a surproduction dans l'ensemble, surtout accusée pendant les mois de mars,

avril et mai, c'est-à-dire pendant la période de ponte constante.

L'observation des cycles de ponte montre dans le premier parquet des cycles de 5, 6 œufs pendant les mois d'avril et mai, alors que dans le deuxième parquet nous n'observons que des cycles de 2 et 3 œufs au maximum. Ceci confirme l'hypothèse d'une action excitante des vitamines des germes de blé.

Nous résumerons cette première expérience en disant :

1° Que les germes de blé n'exercent pas d'action sur la ponte des poulettes. Il est donc inutile de leur en donner;

2° Qu'ils améliorent surtout le début et la fin de la ponte chez les poules ayant une saison de ponte;

3° Qu'enfin chez les poules plus âgées ils déterminent une amélioration plus importante, surtout accusée pendant la période de ponte constante.

Si nous constatons une amélioration, il faut néanmoins tenir compte du rendement économique pour que l'emploi des germes de blé soit réellement rémunérateur. Ce rendement est excessivement variable étant donné les grandes variations du prix des œufs.

Dans le cas de notre expérimentation nous donnons 10 gr. (dose maximum) de germe de blé par jour et par oiseau, ce qui fait 2 kgs 100 pour les sept mois. Le prix du kilo peut être estimé dans le commerce à 3 francs, ce qui fait une dépense de 6 fr. 30 par oiseau.

Il est donc nécessaire que cette somme soit compensée et surpassée par une plus grande production d'œufs.

Si nous estimons à 6 francs le prix moyen de la douzaine d'œufs, il faudra pour compenser la valeur

des germes de blé une surproduction de $6,3 : 0,5 = 12,6$ œufs pendant les sept mois. Cette surproduction est à peine dépassée pour les poules ayant une saison de ponte. Elle est nettement dépassée pour les poules de 4 ans. Il est donc plus avantageux d'employer le germe de blé chez les poules plus âgées.

Il est utile de faire remarquer, cependant, que nous avons donné la quantité maximum de germe de blé. Pratiquement nous pouvons diminuer de moitié la ration journalière, les germes de blé agissant presque exclusivement par leurs vitamines.

Deuxième Expérience

Sans doute, les résultats que nous avons obtenu dans notre première expérience confirment l'hypothèse d'une action positive des germes de blé.

Néanmoins, il est indispensable de faire remarquer que nous avons expérimenté sur des pondeuses nettement inférieures à celles rencontrées dans beaucoup d'élevages, et si nous sommes obligé de reconnaître une action favorable des germes de blé sur ces oiseaux, rien ne nous oblige à croire qu'il en sera de même pour toutes les pondeuses en général, surtout les très bonnes pondeuses.

C'est pour affirmer davantage nos résultats que nous avons entrepris une deuxième expérience sur de meilleurs sujets.

D'autre part, nous avons à tenir compte de l'individualité, c'est-à-dire de la capacité productive de chaque oiseau. Nous avons dit précédemment que nous diminuions les causes d'erreur causées par l'individualité en employant un grand nombre de sujets d'expé-

riences. C'est pour cette raison que nous avons expérimenté sur de nombreuses pondeuses (120).

La production moyenne par oiseau avait été de 140 œufs pendant l'année précédente.

L'expérience fut conduite comme la précédente, elle dura sept mois : du 1^{er} mars au 1^{er} octobre, c'est-à-dire pendant la période de ponte constante et le début de la période décroissante.

Nous avons formé deux parquets de 60 sujets en nous basant sur les mêmes principes que précédemment (production antécédente, origine, âge, race, poids). De cette façon nos parquets étaient homologues et pouvaient être comparés entre eux au point de vue de la ponte. Nous n'avions pas de poulettes, mais des pondeuses de 2, 3, 4 ans. Il nous fut impossible de diviser chaque parquet en diverses catégories de différents âges, car nous n'avions pas de nids-trappes; nous n'avons donc pas pu répartir individuellement les œufs.

Nous nous sommes donc contenté des résultats globaux de chaque parquet pour établir une comparaison;

Le premier parquet reçut des germes de blé à raison de 5 gr. par oiseau et par jour.

Pendant les sept mois apparaît une différence de 479 œufs entre les deux parquets en faveur du parquet ayant reçu des germes de blé en supplément, ce qui fait une différence de 7,983, soit 8 œufs par oiseau pendant les sept mois.

Ces résultats affirment notre hypothèse et démontrent une action positive des germes de blé sur des meilleures pondeuses.

Il eut été intéressant d'expérimenter sur des sujets de haute sélection dont la production est déjà intensi-

fiée. Il est probable que les résultats eussent été moins positifs et moins concluants, car dans le cas où la production est portée au maximum, une amélioration, même très légère, devient plus difficile à obtenir.

Il est normal que les résultats soient moins positifs sur des meilleures pondeuses.

Chez ces dernières, il est indispensable d'employer les germes de blé par petites doses étant donné son prix de revient assez élevé.

En en donnant 5 gr. par jour, c'est-à-dire moitié moins que dans notre expérience précédente, il faut une surproduction de $12,6 : 2 = 6,3$ œufs par oiseau pour couvrir les frais occasionnés par leur emploi. Dans notre expérience nous avons eu une surproduction de 8 œufs par oiseau; le bénéfice est petit mais appréciable dans de grandes exploitations.

Troisième Expérience

Si les vitamines des germes de blé sont susceptibles d'agir sur la ponte, en est-il de même sur l'éclosion ?

La plus ou moins grande richesse des œufs en vitamines influe notablement sur l'éclosion.

D'après TAYLOR et MARTIN, la vitamine B jouerait un rôle dans l'épaisseur de la coquille, or celle-ci joue un très grand rôle dans l'éclosion avec la dessiccation que l'œuf subit lors de l'incubation.

Nous nous sommes proposé de voir si les œufs provenant de pondeuses ayant reçu des germes de blé dans leur ration ne donnent pas un pourcentage supérieur à l'éclosion.

Sur un premier essai, il fut mis 100 œufs à l'incubateur dont une moitié provenait des pondeuses du

premier parquet et l'autre moitié du deuxième parquet. Pour les œufs du premier parquet, nous eûmes 43 éclosions alors qu'il n'y en eût que 35, soit 8 en moins pour les œufs du deuxième parquet.

Dans un deuxième essai, avec le même nombre d'œufs, il y eut encore une différence de 7 éclosions en faveur du premier parquet. Il y eut 42 éclosions pour les œufs du premier parquet et 35 pour ceux du second parquet.

Nous pouvons maintenant affirmer une action positive sur l'éclosion.

Il est donc intéressant de donner des germes de blé aux pondeuses dont les œufs sont destinés à l'incubation.



Explications des Résultats

Nous avons vu que les germes de blé jouent un rôle certain sur la ponte et l'éclosion.

Nous ne pouvons admettre que c'est leur grande valeur en substances nutritives qui produit cette amélioration car ils sont donnés en petite quantité. Cette valeur nutritive peut y contribuer, mais c'est surtout la grande richesse en vitamines qui est susceptible de réaliser une action favorable sur la ponte et l'éclosion.

Nous avons déjà vu le rôle des vitamines dans l'éclosion des œufs. Les germes de blé ne peuvent-ils pas apporter des vitamines dans les œufs et par ce fait favoriser l'éclosion ?

En ce qui concerne la ponte proprement dite, l'explication est plus difficile à trouver. Nous ne pouvons émettre sur ce point que des hypothèses.

Nous avons étudié précédemment la physiologie de l'appareil génital de la poule et nous avons émis l'hypothèse que son fonctionnement était sous la dépendance des sécrétions internes.

D'autre part, en étudiant le rôle des vitamines, comment ne pas être frappé de l'analogie qui existe entre ces substances indispensables et les substances non moins nécessaires à la vie que l'on désigne sous le nom de sécrétions internes, d'hormones.

Chacun sait que le développement normal d'un organisme complexe et le maintien du bon fonctionnement de cet organisme devenu adulte ne peuvent se réaliser que si un nombre considérable d'étroits rapports, bien définis, existent sans cesse entre tous les organes et toutes les humeurs de l'économie.

Cette harmonie indispensable est la résultante de deux ordres de phénomènes : des corrélations fonctionnelles d'origine nerveuse, seules connues pendant longtemps, des corrélations fonctionnelles d'origine chimique mises en lumière à partir de 1889 par BROWN-SEQUARD.

Il fut établi définitivement que des produits spécifiques complexes élaborés par certaines cellules très différenciées de glandes richement vascularisées, passaient à différents moments ou d'une façon continue dans le sang et s'en allaient agir sur des organes voisins ou éloignés. STARLING donne à ces excitants le nom général d'hormones (j'excite).

Nous pensons que les vitamines, ou tout au moins certaines d'entre elles, ont un rôle comparable à celui des hormones, un rôle d'excitant fonctionnel.

Pour H. SIMONNET et Mme RANDOIN, les hormones proprement dites élaborées au sein de l'organisme animal par des glandes douées d'un pouvoir de synthèse

exceptionnel seraient des endhormones. Les vitamines élaborées dans des conditions qui restent à déterminer, au sein de certaines cellules végétales douées elles aussi d'un pouvoir de synthèse considérable, seraient des exhormones possédant une constitution chimique et physico-chimique bien déterminée.

La vitamine E jouerait un rôle d'excitant fonctionnel sur l'appareil géniteur de la poule, rôle qui se manifesterait par une amélioration de la ponte et de l'éclosion. Dans ce dernier cas elle jouerait également un rôle vis-à-vis des cellules reproductrices du mâle.

L'action positive des germes de blé sur l'éclosion peut revêtir plusieurs explications : on peut invoquer la plus grande richesse des œufs en vitamines, surtout en vitamines B; on peut soupçonner, d'autre part, une action excitante de la vitamine de reproduction sur les organes génitaux de la poule et du coq, une action sur l'épaisseur de la coquille occasionnée principalement par la vitamine B (TAYLOR et LARTIN), également contenue en très grande quantité dans les germes de blé.

Conclusions

1° Les germes de blé constituent un excellent aliment qui peut être employé pour toutes les espèces domestiques. Leur emploi comporte particulièrement certaines conditions et certaines indications. En plus de leur grande valeur nutritive, les germes de blé sont très riches en certaines vitamines. Leur grande richesse en vitamine de reproduction les fait employer dans les essais de concentration et d'isolement de cette vitamine ;

2° L'absence de vitamines détermine des troubles graves, particulièrement chez les volailles plus sensibles aux avitaminoses que les autres animaux. Les vitamines jouent un rôle complexe mais efficace dans le fonctionnement de l'organisme. Leur présence influe sur la ponte et l'éclosion. La vitamine de reproduction jouerait-elle un rôle efficace ?;

3° La ponte est un phénomène très complexe dont la physiologie est sous la dépendance des sécrétions internes.

D'après les expériences faites, les germes de blé n'influencent pas la ponte des poulettes, mais ils déterminent une action favorable sur la ponte des poules de un an et jouent un rôle plus efficace sur la ponte des poules plus âgées.

C'est principalement chez ces dernières qu'il doit être employé. Ce rôle efficace serait occasionné par les

vitamines des germes de blé. Elles agiraient à la façon des hormones.

En ce qui concerne l'éclosion, nous pouvons affirmer également un rôle positif. Elle serait favorisée, soit par une plus grande richesse des œufs en vitamines, soit par une action de la vitamine B sur l'épaisseur de la coquille, soit par une action de la vitamine E sur les reproducteurs.

Vu : *le Doyen,*
BALTHAZARD

Vu : *le Président,*
CHAMPY

Vu et Permis d'Imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLETY.

Bibliographie

- BRANDLY. — Maladies de la nutrition des poules. — *North American Veterinaria*, décembre 1931.
- BRÉCHEMIN. — La Basse-cour productive. — Les Poules. — *Librairie Agricole*, Paris 1924.
- CHENEVARD. — Alimentation rationnelle des volailles.
- DECHAMBRE P. — Les aliments du bétail.
- EVANS et BURR. — The antisterility vitamine fat soluble E. — Berkeley 1927, *University of California press*.
- C. FUNK. — Die Vitamine. Ihre Bedeutung für die physiologie und pathologie mit besonderes Berücksichtigung der avitaminosen. — Wiesbaden 1914. Munich 1924.
- HUTCHISON. — Avitaminose de la poule. — *Australian Veterinary Journal*, septembre 1931.
- LEGENDRE. — Les Animaux de la basse-cour. — *Librairie Hachette*.
Les cycles de ponte. — *Revue Zootechnie*, août 1929.
Principes de sélection méthodique et d'amélioration systématique dans les basses-cours. 2^e C. M. d'aviculture. 108. 1924.
- E. V. Mc COLLUM. — The newer Knowledge of nutrition. New-York 1930, Mc Millan Co.

NEWMANN T. — Procédés modernes d'alimentation des volailles. — 2^e C. M. d'aviculture. 162. 1924.

POWEL OWEN. — La durée totale de la ponte d'une poule d'après sa structure. — 2^e C. M. d'aviculture. 75. 1924.

RICARDO SOLA ESPRIU. — Idées modernes sur l'alimentation. Bases pour l'étude des vitamines dans les aliments des volailles. — 2^e C. M. d'aviculture. 141. 1924.

SALVADOR CASTELLO. — Le pourcentage des poules hautes pondeuses et leur moyenne de ponte. — 2^e C. M. d'aviculture. 97. 1924.

Mlle A. MICHAUX. — Recherches comparatives sur les humeurs et les organes du cobaye normal et du cobaye soumis à un régime scorbutigène. — Thèse doctorat ès-sciences. Paris 1929, Jouve.

H. SIMONNET et Mme L. RANDOIN. — Les vitamines. Collection Armand Colin.

Les données et les inconnues du problème alimentaire. Paris 1927. Les Presses Universitaires de France.

H. SIMONNET. — Le Rachitisme expérimental et les substances antirachitiques. Paris 1929. Chahine.

E. SIMONNET. — Des besoins nutritifs des volailles en vue de la production économique des œufs. Vigot, 1932.

SHERMAN AND SMITH. — The vitamines. New-York 1922. *Chemical Catalogue Co.*

TAYLOR et MARTIN. — Facteurs influençant l'épaisseur de la coquille des œufs. — *Poultry Science*, novembre 1928.

VAN TIEGHEM. — Traité de botanique.

VOITELIER CH. — Aviculture. Baillièrre et Fils, Paris 1905.

Table des Matières

Avant-propos	PAGES 9
Introduction	11

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER. — Définition des Germes de Blé . . .	15
CHAPITRE II. — Étude technique des Germes de Blé . . .	19
CHAPITRE III. — Étude physique des Germes de Blé . . .	22
CHAPITRE IV. — Composition chimique	24
CHAPITRE V. — Les Vitamines des Germes de Blé	26
CHAPITRE VI. — Altérations des Germes de Blé	33
CHAPITRE VII. — Mode d'emploi chez les Animaux. . . .	36
CHAPITRE VIII. — Indications de l'emploi des Germes de Blé.	40

DEUXIÈME PARTIE

Importance et rôle des Vitamines	
dans l'Alimentation des Volailles. . .	43
A) Effets provoqués par l'absence de Vitamines . . .	44
1° Effets communs au défaut de Vitamines en général.	44
2° Effets provoqués par le défaut de Vitamine B . . .	46
3° Effets provoqués par l'absence de Vitamine D . . .	49
4° Effets provoqués par l'absence des autres Vitamines.	49
B) Rôle des Vitamines	
dans le fonctionnement des êtres vivants. . .	51
1° Rôle de la Vitamine C.	51
2° Rôle de la Vitamine B	52
3° Rôle de la Vitamine D.	53
4° Rôle des autres Vitamines	53
C) Besoins en Vitamines	
et circonstances qui font varier ces besoins. . .	54

TROISIÈME PARTIE

	PAGES
CHAPITRE PREMIER. — Généralités sur la Ponte.	59
1° Formation de l'œuf	60
2° Physiologie de l'Appareil génital	63
3° Les cycles de ponte	65
CHAPITRE II. — Expériences personnelles.	67
Première Expérience.	68
Deuxième Expérience	75
Troisième Expérience	77
Explications des résultats	78
Conclusions	81
Bibliographie.	83

